

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

10/521919
PCT/SE 03/01171

Rec'd PCT/PTO 11 JAN 2005

REC'D 17 JUL 2003

WIPO PCT

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande ABB AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0202176-4
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-07-11
Date of filing

Stockholm, 2003-07-09

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Sonia André

Avgift
Fee

BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

JO/le/hj

Sökande: ABB AB

5

Anordning för en industrirobot

UPPFINNINGENS OMRÅDE OCH TIDIGARE KÄND TEKNIK

- 10 Föreliggande uppfinning hänför sig till området av anordningar för begränsning av arbetsområdet runt en axel hos en industrirobot i form av begränsning av den maximala vinkeln för vridning av en första del hos roboten relativt en därmed förbunden andra del, varvid det på den första delen finns ett fast stoppanslag och
15 på den andra delen ett stoppelement anordnat att genom att vid vridning av den första delen relativt den andra stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlägen för denna vridning. Industriroboten kan vara av vilken typ som helst.
- 20 En industrirobot är vanligtvis programmerad att arbeta inom ett visst arbetsområde. Av säkerhetsskäl föreskrives dessutom ofta att arbetsområdet för vissa av robotens axlar skall begränsas hårdvarumässigt genom mekaniska eller elektriska stoppanordningar. Därigenom framkallas nödstopp av roboten om den,
25 exempelvis på grund av ett fel i styrsystemet, skulle försöka röra sig utanför det programmerade arbetsområdet.

- 30 Anordningar av detta slag för åstadkommande av sådan rörelsebegränsning är kända genom exempelvis US 3 954 188, EP 0 241 556 och SE 469 878. Dessa möjliggör visserligen ett flyttande av stoppelementet utmed den första delen, men en nackdel med dem är att de inte tillåter att genom motsatta ändytor hos själva stoppelementet definiera den maximala vinkeln för relativvridning av delarna och förändra denna vinkel. För att lösa detta problem
35 har en anordning av inledningsvis nämnt slag blivit känd, vilken innefattar en sats stoppelement och medel för fixering av ett varierande antal av stoppelementen på den första delen i en rad

efter och intill varandra utmed en cirkelbåge kring den första delens vridaxel för att med på motsatta ändar av raden belägna ändytor hos stoppelementen vid vridning av den första delen relativt den andra delen stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlägen för denna vridning.

Genom tillhandahållande av en sådan sats stoppelement, vilka är bildade av klossar med väsentligen formen av stympade tårtsektorer, kan olika antal eller kombinationer av sådana klossar anordnas efter varandra på nämnda rad för att täcka upp olika stora vridvinklar kring nämnda axel i beroende av de för tillfället förekommande kraven. Medlen för fixering av dessa klossar vid den första delen, exempelvis en robotarm eller en robotfot, vilka exempelvis kan utgöras av bultar, utsätts emellertid för mycket stora belastningar när det i rörelseriktningen första stoppelementet någon gång körs emot det fasta stoppanslaget. För denna skull krävs vidtagande av olika åtgärder för att nämnda medel ej skall brista eller deformeras. En möjlighet är att söka förstärka bultarna eller att anbringa extra stöd för stoppelementen i radiell riktning, då den tangentiella kraften som överförs från det fasta anslaget till nämnda första stoppelement kommer att ge upphov till avsevärda radiella krafter på fixeringsmedlen, såsom bultarna längre nedströms i raden. Samtidigt kommer efter 90° från anslagsändytan hos stoppelementsraden den tangentiella kraften vara i det närmaste obefintlig och i huvudsak inte någon kraft överförs på nedströms i raden kommande stoppelement. Detta innebär att de första bultarna måste ta upp all kraft. Det är både komplicerat och kostsamt att uppnå sådana lösningar på problemet med överföring av anslagskrafterna på stoppelementens fixeringsmedel.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Syftet med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla en anordning av det slag som definieras i ingressen hos bifogade patentkrav 1 och vilken långtgående löser det just diskuterade problemet med tidigare kända sådana anordningar.

5 Detta syfte uppnås enligt uppfinningen genom att denna anordning förses med organ för sådan inbördes förbindning av hos nämnda rad intill varandra anordnade stoppelement att dessa element med avseende på överföringen av krafter mellan dem och stoppanslaget vid slående mot det vid nämna vridning beter sig väsentligen som om de tillsammans vore ett enda sammanhängande stoppelement.

10 Genom att stoppelementen på detta sätt agerar som om de vore ett enda stoppelement kan den kraft som överförs på dem via stoppanslaget tas upp av betydligt flera fixeringsmedel, exempelvis skruvar, än om stoppelementen skulle agera som skilda delar. Således kommer den tangentiella kraften vid anslaget av det i
15 raden främre stoppelementet mot stoppanslaget att kunna överföras från stoppelement till stoppelement och därigenom till så stor del som möjligt kraften överförs till den stomme hos den första delen som stoppelementen är fixerade vid. Detta betyder att fixeringsmedlen skonas från stora skjuvspänningar i radiell riktning,
20 så att de måste vare sig överdimensioneras eller förstärkas genom radiella stöd för stoppelementen.

Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen är nämnda förbindningsorgan anordnade att vid bildande av nämnda rad
25 åstadkomma mekanisk formlåsning mellan intilliggande stoppelement. Härigenom möjliggörs en enkel montering av stoppelementen på plats samtidigt som en tillförlitlig och effektiv hoplåsning av elementen till att med avseende på kraften överförd via stoppanslaget agera som ett enda element uppnås. Därvid är det
30 även möjligt att använda enkla och billiga tillverkningsmetoder både för stoppelementen och den yta de på den första delen avses skruvas mot.

Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar förbindningsorganen tandartade utsprång på stoppelementens vid bildad rad väsentligen tangentiellt riktade ytor och därmed korresponderande urtagningar hos motsvarande ytor på in-

5 tilliggande stoppelement. Detta utgör ett mycket enkelt och effektivt sätt att bilda nämnda formlåsning på. Dessutom blir monteringen mycket enkel genom att intilliggande stoppelement kan skjutas i väsentligen tangentiell riktning med tänderna och urtagningarna in i varandra innan de fixeras vid den första delen.

10 Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar förbindningsorganen vid bildad rad vid stoppelementens väsentligen tangentiellt riktade ändar väsentligen axiellt löpande spår eller urtagningar och däri inpassande utsprång anordnade att skjutas in axiellt i dessa. Utsprången kan därvid ha laxstjärt- eller annan lämplig form. Även denna utföringsform uppvisar de för den föregående utföringsformen nämnda fördelarna.

15 Uppfinningen avser även ett förfarande för åstadkommande av en begränsning av arbetsområdet runt en axel hos en industrirobot enligt bifogade förfarandepatentkrav.

20 Ytterligare fördelar med samt fördelaktiga särdrag hos uppfinningen framgår av den efterföljande beskrivningen samt övriga osjälvständiga patentkrav.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

25 Härefter beskrivs såsom exempel anförda föredragna utföringsformer av uppfinningen under hänvisning till bifogade ritningar, på vilka:

30 Fig 1 visar i sidovy en industrirobot kring vars olika vridaxlar arbetsområdet kan vara begränsat genom en anordning av det uppfinningsenliga slaget,

35 fig 2 är en perspektivvy av en del av en industrirobot med en anordning enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen anbringad vid en led mellan två armar hos roboten,

fig 3 är en delvis skuren vy av en led hos en industrirobot försedd med en uppfinningsenlig anordning,

5 fig 4 är en detaljvy av ett stoppelement hos en anordning enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen, och

fig 5 är en detaljvy av ett stoppelement hos en anordning enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen.

10 DETALJERAD BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER AV UPPFINNINGEN

I fig 1 visas en möjlig typ av industrirobot, på vilken en anordning för rörelseområdesbegränsning enligt uppfinningen är applicer-
15 bar. Roboten har ett stativ 1 som är kring en vertikal axel C roterbart lagrat i en på ett monteringsunderlag fast fixerbar robotfot 2. En första robotarm 3 är svängbart lagrad vid stativet 1 kring en axel B. I den övre änden av armen 3 är en andra robotarm 4
20 svängbart lagrad kring en axel A.

20 Arbetsområdet för axlarna A, B och C är av säkerhetsskäl begränsade med hjälp av mekaniska eller elektriska stoppanordningar, såsom en mekanisk stoppanordning av det slag som föreliggande uppfinning avser och som kommer att beskrivas härafter
25 under att nu samtidigt hänvisa till fig 2 och 3.

I fig 2 illustreras hur en anordning enligt uppfinningen är anordnad för begränsning av arbetsområdet i form av den maximala vinkeln för vridning av en övre robotarm 4 relativt en nedre robotarm 3 kring en axel A. På den nedre robotarmen 3 är två fasta
30 stoppanslag 5, 6 med relativt vridaxeln A väsentligen tangentiellt riktade stoppanslagsytor anordnade. Stoppanslagen 5, 6 utgörs företrädesvis av vid gjutningen av stommen hos armen 3 bildade klackar.

35 Anordningen innefattar vidare en sats stoppelement 7, 7', 7" i form av klossar med väsentligen formen av stympade tårtsekt-

- rer, vilka är anordnade att placeras i en rad efter och i anliggning mot varandra på den övre armen 4 eller därmed fast förbunden del utmed en cirkelbåge kring vridaxeln A. Därvid uppvisar armen 4 kring axeln A fördelade första hål 8 och stoppelementen andra
- 5 hål 9 för genomstickande av bultar 14, skruvar eller dylikt för fixering av stoppelementen relativt armen 4. Härigenom kommer stoppelementen med på motsatta ändar av raden belägna änd-
10 ytor vid vridning av armen 4 kring axeln A att stöta emot stopp-
anslagen 5 respektive 6 och bilda motsatta ändlägen för vrid-
ningen. Satsen av stoppelement kan kombineras på godtyckligt
sätt och fixeras genom fixeringsmedlen (skruvarna) på olika
önskade ställen kring axeln A, för att definiera skiftande önskade
ändlägen hos industrirobotens arbetsområde kring axeln A.
Exempelvis kan för denna skull satsen av stoppelement uppvisa
15 några få, eventuellt endast ett, stoppelement anordnat att sträcka
sig över en relativt stor vinkel utmed nämnda cirkelbåge, exem-
pelvis över 60° , företrädesvis mellan 65° och 90° , medan den kan
innehålla betydligt fler mindre stoppelement med en motsvarande
vinkel av mellan 10° och 40° , företrädesvis mellan 15° och 30° .
20 Detta kan vara fördelaktigt i det fall exempelvis nämnda rad skall
omväxlande täcka ett vinkelområde av mellan 100° och 150° , då
ett "stort stoppelement" i så fall kan kombineras med exempelvis
1-4 "små stoppelement". Det är naturligtvis fullt möjligt att satsen
även innehåller stoppelement av en mellanliggande storlek.
- 25
- Hos den uppfinningsenliga anordningen finns organ för inbördes
förbindning av hos nämnda rad intill varandra anordnade stopp-
element så att dessa element med avseende på överföring av
krafter mellan dem och stoppanslagen 5, 6 vid slående mot an-
30 slagen vid vridningen beter sig väsentligen som om de tillsam-
mans vore ett enda sammanhängande stoppelement. I de visade
föredragna utföringsformerna är förbindningsorganen anordnade
på själva stoppelementen för att åstadkomma mekanisk formlås-
ning mellan intilliggande stoppelement, och hos utföringsformen
35 illustrerad i fig 3 och 4 är detta uppnått genom att tandartade ut-
språng 10 är anordnade på stoppelementens vid bildad rad vä-
sentligen tangentiellt riktade ytor, och därmed korresponderande

urtagningar 11 är bildade på motsvarande ytor på intilliggande stoppelement. Tänderna 10 och urtagningarna 11 är företrädesvis långsträckta likt åsar och dalar, vilket ger en mycket god låsning och kraftöverföring dememellan, och speciellt föredraget är det att de i runt axeln anbringat läge av stoppelementet har en axiell längdutsträckning. För att uppnå optimal kraftöverföring mellan stoppelementen är företrädesvis en tand på en sida av ett stoppelement följt av en tand i exakt motsvarande läge hos stoppelementet på motsatt sida om detta stoppelement.

10

I fig 5 illustreras hur stoppelementen kan uppvisa annorlunda organ för inbördes mekanisk formlåsning, och här är stoppelementens tangentiellt riktade ändar försedda med väsentligen axiellt löpande spår 12 och däri inpassande utsprång 13 anordnade att skjutas in axiellt i dessa. I detta fall uppvisar spåren och utsprången ett tvärsnitt med laxstjärtform, men andra tvärsnittsformer är även tänkbara. Det viktiga är att förbindningsorganen motverkar relativrörelse av intilliggande stoppelement i radiell riktning, så att vid anbringande av en väsentligen tangentiellt riktad kraft på den i rörelseriktningen sett främre ytan hos ett stoppelement vid träffande av ett stoppanslag denna kan föras vidare från det stoppelementet till nästa som om detta i praktiken utgjorde ett sammanhängande parti av det första stoppelementet. Detta kommer att innebära att stoppelementen med avseende på överförande av denna vid motslåendet mot stoppanslaget alstrade krafter kommer att agera som om de vore ett enda stoppelement och därigenom krafter fördelas och tas upp av betydligt fler fixeringsmedel 14 än vid frånvaro av formlåsningen. Således skulle förbindningsorganen även kunna vara bildade av väsentligen tangentiellt riktade fingrar och motsvarande urtagningar hos respektive stoppelements ändytor för inskjutande däri i väsentligen tangentiell riktning, såsom för tänderna hos utföringsformen visad i fig 4. Stoppelementklossarna är med fördel tillverkade av strängsprutad aluminium, vilket ger goda möjligheter att skapa en komplex tvådimensionell geometri med goda toleransmöjligheter.

35

Uppfinningen är givetvis inte på något sätt begränsad till de ovan beskrivna föredragna utföringsformerna, utan en mängd möjligheter till modifikationer därav torde vara uppenbara för en fackman på området, utan att denne för den skull avviker från uppfinningens grundtanke sådan denna framgår av bifogade patentkrav.

Exempelvis är andra förbindningsorgan än de ovan visade och/eller diskuterade möjliga, och det ligger inom uppfinningens ram att exempelvis på andra sätt förbinda intilliggande stoppelement med varandra, så att de i nämnda hänseende beter sig som ett enda sammanhängande stoppelement, än genom inbördes formlåsning, såsom genom från stoppelementen helt separata organ som anbringas i övergången mellan intilliggande stoppelement, exempelvis bygelartade element med skänklar som sticks in i urtagningar i respektive stoppelement eller dylikt. Dock synes en formlåsning att vara att föredraga i de flesta applikationer tack vare dess enkelhet och stora tillförlitlighet. Således inbegriper uttrycket, att stoppelementen är avsedda att med avseende på överföring av krafter mellan dem bete sig som ett enda sammanhängande stoppelement, all typ av inbördes förbindning mellan dem, vilken åstadkommer detta beteende, men som möjliggör senare lösgöring för att satsen stoppelement skall kunna valfritt kombineras igen. Följaktligen inbegripes inte permanent hoplimning av stoppelementen.

Av resonemanget ovan framgår att patentkraven även avses täcka in fallet av att det inte är ett och samma (även om det kan vara det) stoppanslag som de motsatta ändytorna av raden av stoppelement är avsedda att stöta emot vid nående av respektive gräns hos arbetsområdet.

Det är även fullt möjligt att det i praktiken är så att endast den ena ändytan hos raden av stoppelement har någon möjlighet att nå och slå emot det fasta stoppanslaget, och att den andra gränsen för arbetsområdet, vilken definieras av stoppelementen, aldrig kan nås genom att den motsatta ändytan hos stoppelements-

raden stöter emot ett stoppanslag på grund av att andra rörelse-
begränsningar finns inbyggda i anordningen. Patentkravsdefi-
nitionen "för att med på motsatta ändar av raden belägna ändytor
5 hos stoppelementen vid vridning av den första delen relativt den
andra delen stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlä-
gen för denna vridning" skall även tolkas att täcka in ett sådant
fall.

10 Tänderna skulle kunna vara utformade likt pyramider eller koner
eller på annat sätt skilja sig från åsar genom avbrott och urtag-
ningarna vara modifierade på motsvarande sätt.

15 I det visade exemplet skulle naturligtvis lika väl de fasta stopp-
anslagen kunna vara anordnade på den övre armen och stopp-
elementen på den nedre.

20 Rörelseenergi absorberande dämparskikt, exempelvis av gummi,
kan vara anordnade på stoppanslagets yta anordnad att träffas
av det "främsta" stoppelementet i raden och/eller på detta
stoppelements i rörelseriktningen främre yta, och detta är avsett
att täckas av patentkravsdefinitionen att stoppelementet slår
emot stoppanslaget.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Patentkrav

- 5 1. Anordning för begränsning av arbetsområdet runt en axel hos en industrirobot i form av begränsning av den maximala vinkeln för vridning av en första del (4) hos roboten relativt en därmed förbunden andra del (3), varvid roboten innefattar ett hos den andra delen anordnat fast stoppanslag (5, 6),
10 varvid anordningen innefattar en sats stoppelement (7, 7', 7'') och medel (8, 9, 14) för fixering av ett valfritt antal av stoppelementen på den första delen (4) i en rad efter och i anliggning mot varandra utmed en cirkelbåge kring den första delens vridaxel för att med på motsatta ändar av raden belägna ändytor hos stoppelementen vid vridning av
15 den första delen relativt den andra delen stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlägen för denna vridning, **kännetecknad** av att anordningen innefattar organ (10-13) för sådan inbördes förbindning av hos nämnda rad intill varandra anordnade stoppelement (7, 7', 7'') att dessa
20 element med avseende på överföringen av krafter mellan dem och stoppanslaget (5, 6) vid slående mot det senare vid nämnda vridning beter sig väsentligen som om de tillsammans vore ett enda sammanhängande stoppelement.
- 25 2. Anordning enligt krav 1, **kännetecknad** av att nämnda förbindningsorgan (10-13) är anordnade att vid bildande av nämnda rad åstadkomma mekanisk formlåsning mellan intilliggande stoppelement (7, 7', 7'').
- 30 3. Anordning enligt krav 2, **kännetecknad** av att nämnda förbindningsorgan innefattar tandartade utsprång (10) på stoppelementens vid bildad rad väsentligen tangentiellt riktade ytor och därmed korresponderande urtagningar (11) hos motsvarande ytor på intilliggande stoppelement.
- 35 4. Anordning enligt krav 2, **kännetecknad** av att nämnda förbindningsorgan innefattar vid bildad rad vid stoppelementens

väsentligen tangentiellt riktade ändrar väsentligen axiellt löpande spår eller urtagningar (12) och däri inpassande utsprång (13) anordnade att skjutas in i dessa.

- 5 5. Anordning enligt något av föregående krav, kännetecknad av att nämnda fixeringsmedel innefattar i nämnda första del runt armens vridaxel fördelade första hål (8) och i stoppelementen (7, 7', 7'') anordnade andra hål (9) samt långsträckta stavartade stycken (14) anordnade att vart och ett skjutas igenom ett första och ett andra hål för fixering av respektive stoppelement vid den första delen.
- 10 6. Anordning enligt krav 5, kännetecknad av att nämnda stycken är bultar (14) utformade för fastskruvning av stoppelementen (7, 7', 7'') vid nämnda första del.
- 15 7. Anordning enligt något av föregående krav kännetecknad av att nämnda sats stoppelement (7, 7', 7'') innehåller stoppelement med inbördes väsentligt skiljaktiga längder med avseende på den vinkel de är avsedda att sträcka sig över utmed nämnda cirkelbåge.
- 20 8. Anordning enligt krav 7, kännetecknad av att nämnda sats innehåller 1-3 första stoppelement (7) med en väsentligt större nämnd vinkel än de andra stoppelementen (7', 7'') som är fler till antalet än de första.
- 25 9. Anordning enligt krav 8, kännetecknad av att nämnda sats innehåller åtminstone ett första stoppelement (7) med en nämnd vinkel överstigande 60°, företrädesvis mellan 65° och 90°.
- 30 10. Anordning enligt krav 8 eller 9, kännetecknad av att nämnda sats innehåller flera, företrädesvis 3-6 andra stoppelement (7, 7', 7'') med en nämnd vinkel mellan 10° och 40°, företrädesvis 15° och 30°.
- 35

11. Anordning enligt något av föregående krav, kännetecknad av att stoppelementen (7, 7', 7'') är bildade av klossar med väsentligen formen av stympade tårtsektorer.
- 5 12. Anordning enligt något av föregående krav, kännetecknad av att nämnda medel (8, 9, 14) är anordnade att fixera stoppelementen på en arm hos en industrirobot.
- 10 13. Anordning enligt något av föregående krav, kännetecknad av att den är utformad för applicering vid en vridled (A) mellan första och andra delar i form av två armar (3, 4) hos en industrirobot.
- 15 14. Anordning enligt något av kraven 1-11, kännetecknad av att den är utformad för applicering vid en vridled (C) i form av ett stativ (1) och en robotfot (2) hos en industrirobot.
- 20 15. Förfarande för åstadkommande av en begränsning av arbetsområdet runt en axel hos en industrirobot i form av begränsning av den maximala vinkeln för vridning av en första del (4) hos roboten relativt en därmed förbunden andra del (3), varvid roboten innefattar ett hos den andra delen anordnat fast stoppanslag (5, 6), vid vilket ett valfritt antal av en sats stoppelement (7, 7', 7'') fixeras på den första delen (4) i
- 25 en rad efter och i anliggning mot varandra utmed en cirkelbåge kring den första delens vridaxel för att med på motsatta ändar av raden belägna ändytor hos stoppelementen vid vridning av den första delen relativt den andra delen stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlägen för denna
- 30 vridning, kännetecknat därav, att i nämnda rad intill varandra liggande stoppelement (7, 7', 7'') förbinds inbördes med varandra på sådant sätt att dessa element med avseende på överföring av krafter mellan dem och stoppanslaget (5, 6) vid slående mot det senare vid nämnda vridning beter sig väsentligen som om de tillsammans vore ett enda sam-
- 35 manhängande stoppelement.

16. Förfarande enligt krav 15, kännetecknat därav, att intilliggande stoppelement förbinds inbördes med varandra genom hopförande av dem för upprättande av en mekanisk formlåsning av dem vid varandra.

Sammandrag

En anordning för begränsning av arbetsområdet runt en axel (A) hos en industrirobot innefattar ett fast stoppanslag (5, 6) och en sats stoppelement (7) samt medel för fixering av ett valfritt antal av stoppelementen på en del (4) vridbar kring axeln (A) relativt en andra del (3) i en rad efter och i anliggning mot varandra utmed en cirkelbåge kring den första delens vridaxel för att med på motsatta ändar av raden belägna ändytor hos stoppelementen vid vridning av den första delen relativt den andra delen stöta emot stoppanslaget och bilda motsatta ändlägen för denna vridning. Organ (10, 11) är anordnade för sådan inbördes förbindning av hos nämnda rad intill varandra anordnade stoppelement att dessa element med avseende på överföringen av krafter mellan dem och stoppanslaget vid slående mot det senare vid nämnda vridning beter sig väsentligen som om de tillsammans vore ett enda sammanhängande stoppelement.

(Fig 3).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

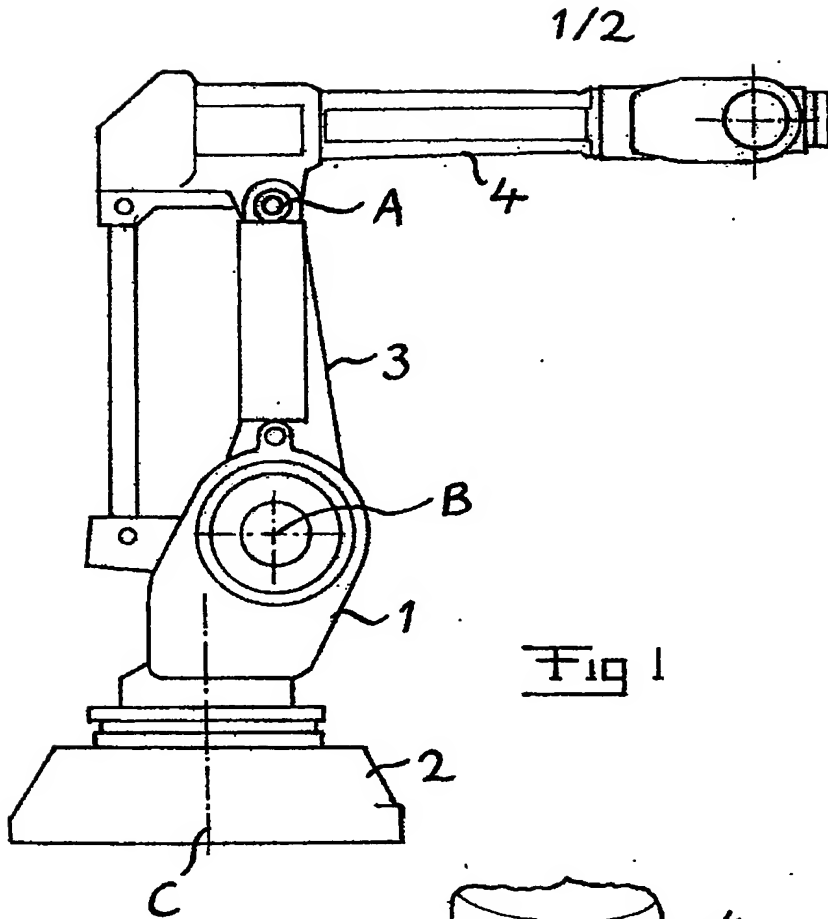


Fig 1

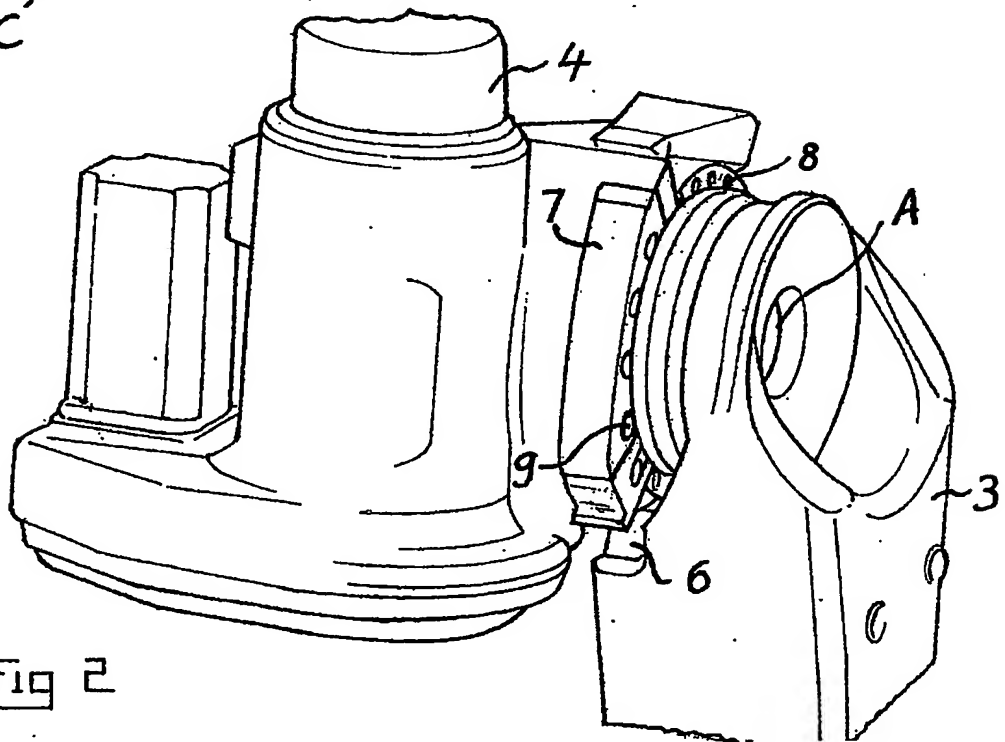


Fig 2

2/2

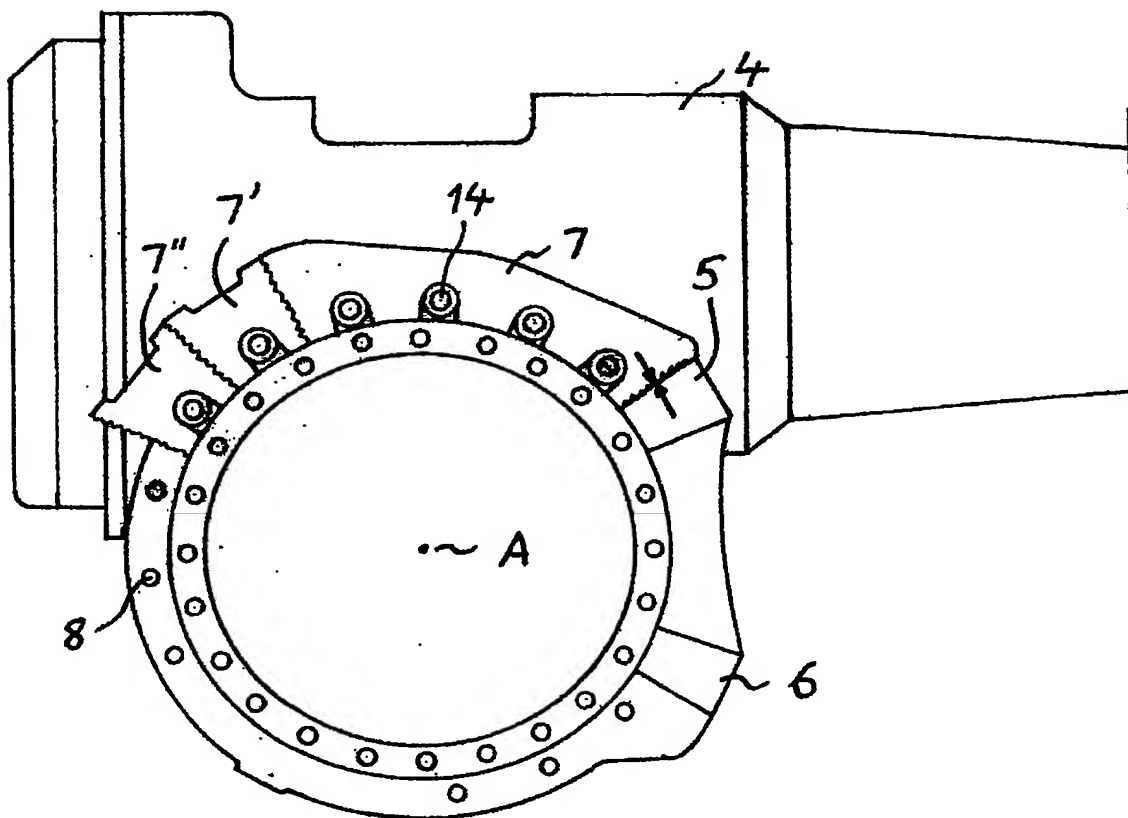


Fig. 3

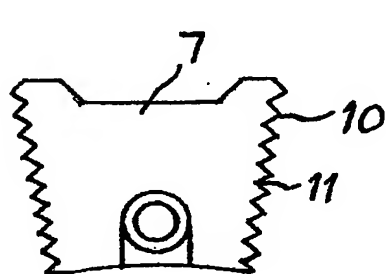


Fig 4

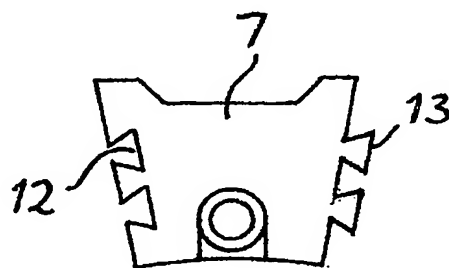


Fig 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.